

И. Д. Кучумова*, О. А. Рубцова

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

**ivannakz@mail.ru*,

Научный руководитель – канд. техн. наук *И. А. Батаев*

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СВАРНЫХ ШВОВ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «МЕДЬ – МОЛИБДЕН», ПОЛУЧЕННОГО СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ

В работе представлены результаты исследования структуры и микротвердости соединения пластин меди и молибдена, полученные методом сварки взрывом. Показано, что граница между свариваемыми материалами имеет волнообразный характер. В отдельных участках границы образуются зоны перемешивания двух материалов. Методом просвечивающей электронной микроскопии установлено, что зоны перемешивания склонны к формированию структуры механической смеси.

Ключевые слова: структура, микротвердость, композиционный материал, механическая смесь.

I. D. Kuchumova, O. A. Rubtsova

THE RESEARCH OF THE STRUCTURE OF PLATES OF COPPER AND MOLYBDENUM ARE CONNECTED BY EXPLOSION WELDING

The article presents the results of the research of the structure and microhardness of the molybdenum and copper plates combination produced by explosion welding. It is shown that the boundary between the welded materials has an undulatory character. The mixing zones are formed in some parts of the boundary of the two materials. The mixing zones have mechanical mix structure. This structure was determined by means of transmission electron microscopy.

Keywords: structure, microhardness, composition material, mechanical mix.

Соединение между собой разнородных материалов является одной из актуальных, но в то же время весьма сложных задач в машиностроении. Как правило, сварка разнородных материалов невозможна с применением классических (газопламенная, электродуговая сварка и т. д.) или современных методов сварки (лазерная сварка, плазменная сварка и т. д.), поэтому для получения соединения из разнородных материалов в таких случаях применяют метод сварки за счет высокоскоростного соударения

металлических тел (сварка взрывом). Сварка взрывом также применяется для упрочнения поверхности металлических пластин или труб [1].

Наиболее характерное для сварки взрывом явление – формирование волнообразной поверхности раздела между свариваемыми заготовками. В зонах контакта свариваемых пластин иногда образуются так называемые вихревые участки, в которых происходит локальное расплавление, смешивание и кристаллизация материала соединяемых заготовок. Явление образования вихревых зон, типичного для сварки взрывом, изучено недостаточно хорошо.

В качестве свариваемых материалов были использованы медные пластины толщиной 0,3 мм и молибденовые пластины толщиной 0,5 мм. Соединение пластин производилось в Институте гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, г. Новосибирск, в сферической взрывной камере № 20, расположенной в блоке 4.

Полученный композиционный материал исследовался методами оптической микроскопии (микроскоп *Carl Zeiss Axio Observer A1m*), просвечивающей электронной микроскопии (*Tecnai G2 20 TWIN*). Образцы для оптической микроскопии представляли собой поперечные шлифы, приготовленные по стандартной технологии, включающей шлифование и полирование на алмазных суспензиях. Элементный состав свариваемых пластин определялся при помощи метода энергодисперсионного микрорентгеноспектрального анализа (*Oxford Instruments X-Axt*). Для оценки механических свойств полученного материала использовался метод измерения микротвердости по Виккерсу (*Wolpert Group 402MVD*).

На рис. 1 представлено изображение композиционного материала, полученное методом оптической микроскопии. На фотографиях видно, что при сварке взрывом в сварном шве образовались асимметричные волны с зоной смешивания материала.

На фотографиях с растрового электронного микроскопа зоны смешивания видны более ярко. Виден вихревой процесс, который происходил в материале в момент движения точки контакта соударяемых пластин.

Результаты микрорентгеноспектрального анализа представлены в табл.1.

Таблица 1

Элементный состав свариваемых пластин

Материал пластин	Cu (вес. %)	Mo (вес. %)
Cu	100	–
Mo	–	100

На рис. 2 представлены результаты измерения микротвердости по Виккерсу. На графике видно, что твердость материала вихревой зоны отличается от твердости свариваемых материалов. Это связано с тем, что

при сварке взрывом разнородных материалов структура вихревой зоны зависит от сочетания свариваемых материалов. Стоит отметить, что на границе нерастворимые друг в друге металлы образуют механические смеси.

Изображения структуры вихревой зоны, полученные методом просвечивающей электронной микроскопии, показали, что в результате сварки взрывом молибдена и меди вихревая зона имеет структуру механической смеси зерен меди и молибдена с высокой степенью измельчения зерна (рис. 3).

Анализ структуры и свойств сварного шва композиционного материала «медь – молибден» показал, что структура вихревой зоны представляет собой механическую смесь зерен молибдена и меди с высокой степенью измельчения зерна. Вследствие высокой степени деформации в околошовной зоне медь имеет двойниковую структуру.

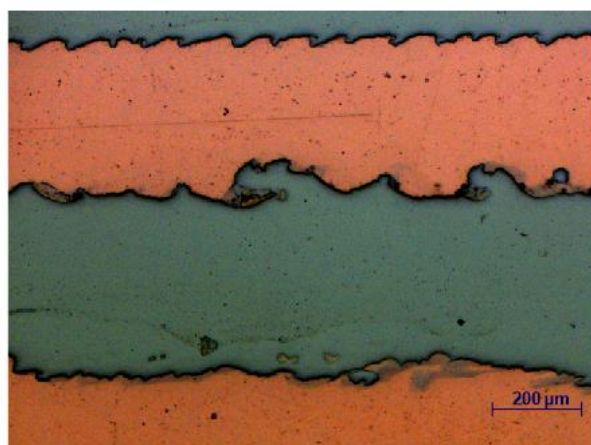


Рис. 1. Волнообразная поверхность раздела между сваренными пластинами меди и молибдена

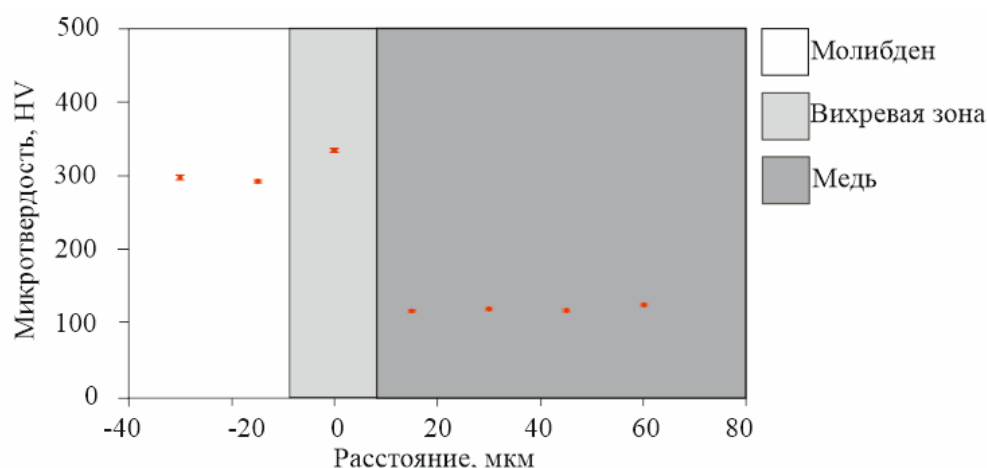


Рис. 2. Распределение микротвердости по сечению образца вблизи границы между медью и молибденом

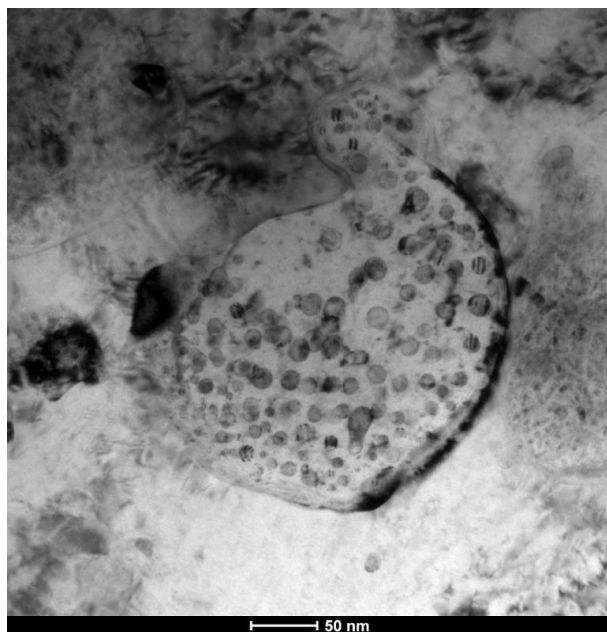


Рис. 3. Структура вихревой зоны композиционного материала
«медь – молибден»

1. Лысак В. И., Кузьмин С. В. Сварка взрывом. М. : Машиностроение, 2005. С. 544.